雪冷熱エネルギー住宅建築のためのガイドライン

平成 21 年 3 月 23 日

目次

１．はじめに

1.1　背景と目的

新潟県では、新エネルギーである雪冷熱エネルギーの住宅等建物への導入促進を図るため、平成 15 年度にＦＳ調査を行い、次いで平成 16 年度に雪冷房の簡易実験と設計コンペを行いました。そして、平成 17 年度に雪冷房を導入したモデル住宅建設に対する補助を行い、平成 18 年度から 20 年度までの 3 年間、実際に人が住んでいる状態で実証試験を行いました。

実証試験結果の詳細は別途作成する報告書に譲りますが、これまでの事業により、以下の成果がありました。

○　実証試験により、冷風循環方式の雪冷房の良好な空調性能と雪保存性を確認した

○　雪を冷房や冷蔵に利用することにより、雪国らしい豊かな生活を楽しめることが示唆された

○　雪冷熱エネルギーを住宅に導入する際の、コスト削減策を含めたノウハウが蓄積された

そして、今後の課題は「いかにノウハウの共有を図るか」であると考えています。

そこで、「雪を利用し、かつ工務店等が施主に対して提案可能な経済性と優位性を持つ住宅の建築のためのマニュアル」が必要と考え、このガイドラインを作成することとしました。

工務店等の皆様におかれては、ぜひ、このガイドラインを建築プラン作成の際の参考にしていただき、雪を利用する住宅を施主様に提案していただきたいと考えております。

そして、雪冷熱エネルギーの住宅等建物への本格的普及にはずみがつくことを期待しています。

1.2　ガイドラインの検討に際して

平成 17 年度に建設し、平成 18 年度から 3 年間の実証試験を行った小千谷市の住宅を「モデル住宅」としました。

そして、このモデル住宅をもとに、実証試験で出てきた反省、課題、クリアした点、ここまでなら可能という見込み等を踏まえ、ある一定の前提条件（仮定も含む）で、次に新築するならこのようにしたいという住宅の仕様を「標準仕様」として提案します。

また、オプションとして考えられる仕様がある場合は、それも提案します。

※　このガイドラインでは、エネルギー単位として、工務店に比較的馴染みのある cal 単位による表記を行なった。SI 単位系に換算する場合は以下のとおりとなる。

　1［kcal］＝4.187×10^{3}［J］＝1.163［kWh］

※　雪の融解熱は 80［kcal/kg］であるので、雪 1［ｔ］の熱量は 80,000kcal＝334［MJ］となる。

２．雪を利用する住宅建設にあたって

※ 本章については、このガイドラインを作成するために県が設置した「新潟県雪冷熱エネルギー住宅普及検討委員会」の宿谷昌則委員(武蔵工業大学（東京都市大学）教授)の以下の文献を参考にさせていただいています。

○ 「放調」のすすめ −身近な環境技術に新たなる視点を−
ガスエネルギー新聞 2007 年 1 月 31 日（株式会社ガスエネルギー新聞）

○ 等身大の環境技術＝エクセルギーで読む住まいの環境
スマイロン　2008 年 7 月号（財団法人住宅総合研究財団）

雪を利用するための技術的な事項を検討する前に、快適な住宅をどうやって実現するのかについて、まず、最初に検討しておくことが重要です。つまり、創り出すべき快適な住空間のイメージが初めにあって、そこに雪をいかに利用するかを考えるということです。

2.1　涼しさを感じる仕組み

私たちが体感する「温かさ」や「涼しさ」は、空気の温湿度や風速も関係しますが、体が周囲と授受する「長波長放射」の大小が重要な役割を果たしています。長波長放射は物体表面からその温度に応じた量が絶えず出ており、夏にそれを多く受ければより暑く感じ、少ないと涼しさを感じます。逆に、冬に十分な量の長波長放射を受ければ温かさを感じ、少ないと寒さを感じます。

真夏の太陽に熱せられたアスファルトや建物の外壁は、夜になっても温度が下がらずに大量の長波長放射が出続けます。また、日中のあいだに室内に熱が蓄えられてしまうと夜になって再放出され、寝苦しく感じる「熱帯夜」になります。

正月の休み明けなどに職場の建物に入ると、内部が冷えきっていて、いわゆる底冷えを感じることがありますが、これは体に入る長波長放射が小さく体の方から周囲に長波長放射が出すぎてしまうためです。このような場合は、空気の温度を上げてもなかなか温かさを感じることができません。

2.2　快適な住環境の創出

2.2.1　室内の熱環境

2.1 に述べたことから、長波長放射のコントロールのために、住宅自体の断熱性・遮熱性を向上することがまず重要です。

夏も冬も住宅の熱環境を良くするためには、まず最初に住宅全体の断熱をしっかりすることが重要です。これにより、夏も冬も室内での長波長放射の量を適正にすることができます。特に夏は、窓ガラスの外側に日除けを設置して日射を遮蔽することが重要です。これは、室内の長波長放射の量を減らすのに決定的に重要です（これにより、室内空気をそれほど冷やさなくても涼しく感じることができるようになります)。

光が入ってこないようにするのならば、窓ガラスの室内側にブラインドやカーテンを設置しても大丈夫だろうと考えがちですが、それでは上手くいかないことをよく認識しておく必要があります。日射で熱せられたブラインドやカーテンは、大量の長波長放射を出しますが、ガラスは長波長放射を透過できないので、ほとんどが室内の方に出てき

て、天井や床などを暖めてしまうのです。

雪の貯蔵は規模が小さすぎると雪が融けやすくなりますので、住宅の雪室は、雪の貯蔵という観点だけから見ると、大規模な貯蔵より不利に思えます。だからこそ、限られた量の雪を、上述のような室内環境調整を適切に行なった上で、上手く利用する必要があるわけです。

2.2.2 自然のポテンシャルを活かす

夏に雪を利用することが、このガイドラインのテーマですが、屋外に吹くそよ風を室内に取り込んで通風に利用したり、窓外側の日除けに植物を利用したりして、雪ばかりでなく、身近にある自然の恵み（ポテンシャル）をできるだけ活かすことも、より快適な住環境をつくるのに役立ちます。

３．雪室と冷房設備の標準仕様について

モデル住宅の現状、標準仕様の詳細及びオプションの提案がある場合はその概要を以下に示します。

3.1　前提条件

3.1.1　土地形状

＜モデル住宅の現状＞

○　国道に面し、屋根から落ちた雪を一時的に置けるスペースがある。

○　奥にむかって傾斜しており、雪室を掘り下げても融雪水の自然流下が可能。

＜標準仕様＞

①　平面は現在のモデル住宅の土地と同じとし、傾斜はないと想定

3.1.2　住宅の様式

＜モデル住宅の現状＞

○　高床・落雪式住宅で、高床部分に雪室を設置。

○　落雪方法は自然落雪式で、落ちた雪を雪室に投入。

○　雪室部分以外の高床のフロアレベルからの高さは 2.55m（ワンボックスカーが高床部分に駐車可能な高さ）。

○　貯雪量を確保するため雪室部分は１m掘り下げており、雪室の有効高さは 3.05㎜。

○　広さ約６畳の低温室が雪室に隣接

＜標準仕様＞

①　高床・落雪式住宅とし、高床部分に雪室を設置する（モデル住宅と同じ）。

②　落雪方法は自然落雪式とし、落ちた雪を雪室に投入する（モデル住宅と同じ）。

③　フロアレベルからの高床の高さを 2.55mとし、雪室は掘り下げない。

④　雪室の有効高さは 2.20mとする。

⑤　広さ４畳半程度の低温室を確保し、雪室に隣接させる。

⑥　図３－１参照

※　低温室については、雪室のとなりにスペースを確保するだけで良いので、ぜひ導入したい。もしこれを電気式冷蔵庫の設置で代替しようとすると、設置コストに概ね 150 万～200 万円程度必要になる。さらに、100 日程度の稼働で電気代が毎年４万円程度必要になるうえ、内部が乾燥するため、野菜等の貯蔵の場合には別途加湿器も必要となる。

＜オプション＞

◇　雪室は、雪が消えた後の９月下旬から１２月いっぱいの３ヶ月は空の状態となる（１月以降は、敷地内の雪の処理のため投入が始まると想定）。この期間は、施主の自由な発想で、利用方法を考える。

例）車庫、そば打ち場、雨天時のトレーニングルーム、遊技場など

3.1.3　居住スペース

＜モデル住宅の現状＞

○　ＤK10 畳（16.53㎡）、和室６畳（9.92㎡）、和室８畳（13.22㎡）、
　洋室６畳（9.92㎡）２部屋、寝室８畳（13.22㎡）

＜標準仕様＞

①　居住スペースの部屋数、広さ、配置は現在のモデル住宅と同じとする

②　図３－２、図３－３、図３－４参照

※　モデル住宅も標準仕様もキッチンが雪室の真上にあるが、キッチン、トイレ等は配管の取り回しがあることに留意する必要がある。雪室の高さを確保しつつ、施工しやすくする観点から、雪室の真上のキッチン、トイレ等は可能なら避けた方が無難と考えられる。

※　モデル住宅は傾斜した土地に建設されているため、道路に面した高床部分の半分が埋設になっている。標準仕様は傾斜のない土地を想定し、図３－１～図３－４もそれにあわせたため、モデル住宅の現状と一部違っている。
例）玄関の階段など

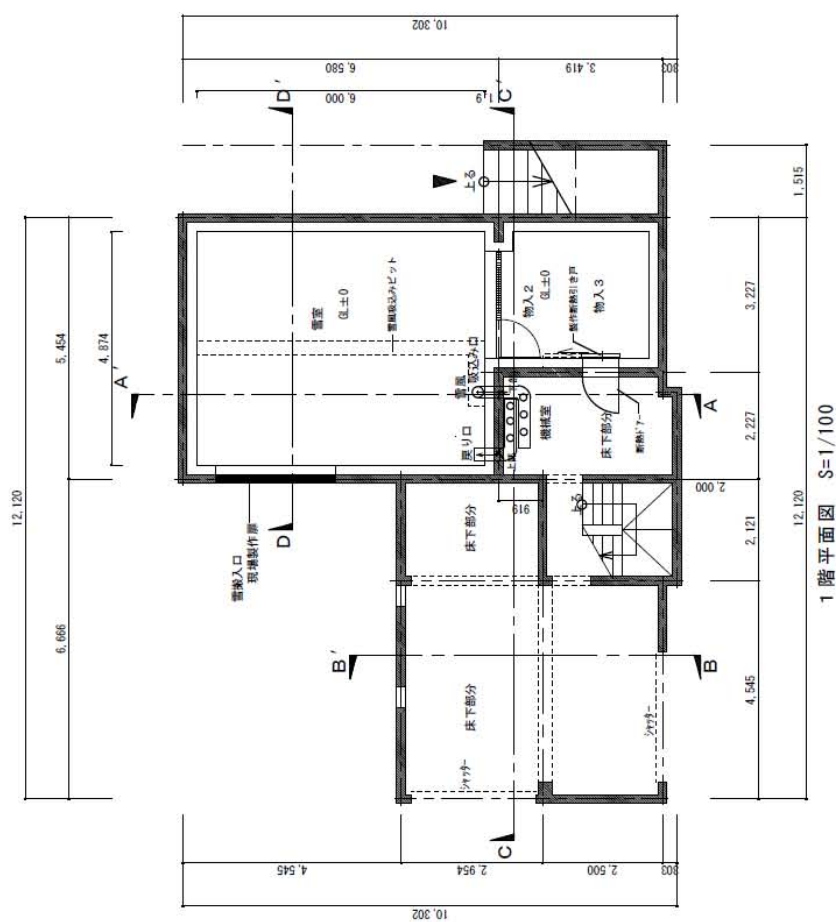
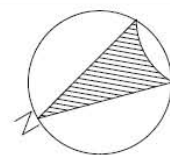
図３－１　１階平面図

3階平面図　S=1/100
2階平面図　S=1/100
凡例
通し柱　120×120
倍率2.5倍 構造用合板9mm 片面貼
倍率5.0倍 構造用合板9mm 両面貼
1F面積　49.70m²
2F面積　77.20m²
3F面積　59.49m²
延面積　186.39m²（56.48坪）
建築面積　92.08m²

図３－２　２階、３階平面図

▼最高高さ
▼軒天
▼RF梁天
▼2FL
▼1FL
▼設計GL
▼GL
洋室８帖
ウォークインクローゼット
玄関
収納
和室６帖
ダイニングキッチン
床下部分
雪室
融水ピット、排水ピット
（グレーチング付）
A－A′ 断面図　S=1/100
洋室６帖
洋室６帖
和室８帖
ルーフバルコニー
床下部分
B－B′ 断面図　S=1/100
クローゼット
洋室６帖
ホール
洋室８帖
ベランダ
クローゼット
和室８帖
玄関ホール
和室６帖
玄関ポーチ
床下部分
床下部分
C－C′ 断面図　S=1/100
洗面所
ダイニングキッチン
雪搬入口
現場製作扉
物入１
D－D′ 断面図　S=1/100

図３－３　断面図

図３－４　立面図

3.1.4　冷房需要及び必要雪量

＜モデル住宅の現状＞

○　雪冷房を行う部屋と H19（生活の実態に合わせて冷房）の稼働時間は以下のとおり。平日日中の冷房需要がないうえ、冷房にそれほど頼らない生活スタイルだったことから、稼働時間は少ない。

- ＤＫ10 畳（設計負荷：80kcal/m^2･h、稼働時間：306ｈ）
- 和室 6 畳（設計負荷：60kcal/m^2･h、稼働時間：106ｈ）
- 和室 8 畳（設計負荷：60kcal/m^2･h、稼働時間：88ｈ）

○　2 階及び 3 階の全空間に占める雪冷房を行う部屋の割合は約 30%

○　冷風循環方式の雪冷房に係る必要雪量　計　6.72 トン

○　低温室熱需要に係る必要雪量　4.88 トン

＜標準仕様＞

① モデル住宅と同じ　ＤＫ10 畳、和室 6 畳、和室 8 畳に冷風循環方式雪冷房を導入することとし、設計負荷、稼働時間を以下のとおりとする。なお、稼働時間はモデル住宅の H18（実証試験への協力のため、ほぼ連続運転）と H19 の稼働時間の平均とした。

- ＤＫ10 畳（設計負荷：80kcal/m^2･h、稼働時間：600ｈ）
- 和室 6 畳（設計負荷：60kcal/m^2･h、稼働時間：200ｈ）
- 和室 8 畳（設計負荷：60kcal/m^2･h、稼働時間：300ｈ）

② 雪冷房に係る必要雪量　計　14.38 トン　　表３－１を参照

③ 低温室熱需要に係る必要雪量　計　3.41 トン　　表３－２を参照

表３－１　標準仕様の雪冷房に係る冷熱需要と相当雪量

冷房対象	床面積	室高	容積	設計負荷	稼働時間	必要冷熱量	相当雪量	貯雪容積	モデル住宅相当雪量
[室名]	[m^2]	[m]	[m^3]	[kcal/m^{2}hr]	[hr]	[kcal]	[ton]	[m^3]	[ton]
ﾀﾞｲﾆﾝｸﾞｷｯﾁﾝ	16.53	2.40	39.66	80	600	793,230	9.92	18.03	5.06
和室6畳	9.92	2.40	23.80	60	200	118,984	1.49	2.70	0.79
和室8畳	13.22	2.40	31.73	60	300	237,969	2.97	5.41	0.87
計							14.38	26.14	6.72

※ 雪潜熱　:　80,000 [kcal/ton]　　給雪密度　:　0.55 [ton/m^3]

※ 必要冷熱量 ＝ 床面積　× 設計負荷　× 稼働時間

※ 相当雪量　＝ 必要冷熱量 ／ 雪潜熱

表３－２　標準仕様の低温室熱需要に係る冷熱需要と相当雪量

冷房対象	床面積	室高	容積	設計負荷	稼働時間	必要冷熱量	相当雪量	貯雪容積	モデル住宅相当雪量
[室名]	[m^2]	[m]	[m^3]	[kcal/m^{2}hr]	[hr]	[kcal]	[ton]	[m^3]	[ton]
貯蔵庫	7.43	2.25	16.72	10	3,672	272,830	3.41	6.20	4.88

※ 雪潜熱、給雪密度、必要冷熱量、相当雪量の数値、計算式は表３－1に同じ

※ 庫内温度を10℃以下と想定し冷気の移動は自然対流による。

※ 使用期間は4月から8月までとした。

＜オプション＞

◇　貯雪量は増やさずに、全室に雪冷房を行う（３階の洋室６畳×２部屋、３階の寝室８畳）。

・　ファンの数は増やさず、個別配管を分岐させる。

・　稼働時間は全体でシェアする。

表３－３　オプションの雪冷房に係る冷熱需要と相当雪量

冷房対象	床面積	室高	容積	設計負荷	稼働時間	必要冷熱量	相当雪量	貯雪容積
[室名]	[m^2]	[m]	[m^3]	[kcal/m^{2}hr]	[hr]	[kcal]	[ton]	[m^3]
ﾀﾞｲﾆﾝｸﾞｷｯﾁﾝ	16.53	2.40	39.66	80	500	661,025	8.26	15.02
和室6畳	9.92	2.40	23.80	60	150	89,238	1.12	2.03
和室8畳	13.22	2.40	31.73	60	200	158,646	1.98	3.61
洋室6畳	9.92	2.40	23.80	60	150	89,238	1.12	2.03
洋室6畳	9.92	2.40	23.80	60	150	89,238	1.12	2.03
寝室8畳	13.22	2.40	31.73	60	150	118,984	1.49	2.70
計							15.08	27.42

※ 雪潜熱　:　80,000　[kcal/ton]　　給雪密度　:　0.55　[ton/m^3]

※ 必要冷熱量 ＝ 床面積　× 設計負荷　× 稼働時間

※ 相当雪量　＝ 必要冷熱量 ／ 雪潜熱

◇　雪に関わる部分ではないが、住宅全体の断熱を強化することや、屋根裏の換気により熱だまりをつくらないようにすることなど、住宅内の熱負荷を減らすことにより、雪の節約につなげることを検討する。

3.2　技術的事項とコスト

3.2.1　雪室、低温室及び雪冷房設備の設置に係るコスト

モデル住宅と標準仕様の場合のコストについて、表３－４に示します。

表３－４　雪室、低温室及び雪冷房設備の設置に係るコスト比較

内容	モデル住宅		標準仕様	
	金額	内訳	金額	内訳
3.2.2 雪室及び貯蔵室の主要構造と内部仕上げ	2,572,010	1m掘り下げの差額分、雪室断熱(発泡ウレタン)、断熱材下地軽量鉄骨、アルミサイディング、他	1,373,490	掘り下げず、雪室断熱(FP)、リフォーム用屋根葺き材(亜鉛鉄板)、他
3.2.4 床仕上げと融雪水処理	38,800	グレーチング、排水パイプ、止水板	86,800	排水・冷気取り入れ枡、排水・冷気取り入れピット、ピット用鋼製蓋、枡用鋼製蓋、排水工事
3.2.5 扉	818,000	雪室断熱扉(両開き、片開き)、取り付け費	432,000	雪室断熱扉(片開き、現場製作引戸)、取り付け費、投雪口入口扉(現場製作)
3.2.6 送風機とその制御	205,575	送風ファン(150mm、60W×6個)、温度調整器、スイッチ組み立て	174,090	送風ファン(150mm×４個、200mm×２個)、温度調節器、スイッチ組み立て
3.2.8 送風管	1,197,745	雪室内VU管、エルボ・チーズ等、ステン吊りバンド、グリル、断熱送風管、フレキ、ダンパー(現場制作)、吊り金物類、工事費、等	779,780	VU管、エルボ・チーズ等、グリル、断熱送風管、フレキ、ダンパー類、支持金物、工事費、等
合計 (諸経費は別途、建築全体工事費より)	4,832,130	税込み　5,073,737	2,846,160	税込み　2,988,468

3.2.2　雪室及び低温室の主要構造と内部仕上げ

＜モデル住宅の現状＞

○　雪室躯体は鉄筋コンクリート構造

○　断熱構造は、側面及び天井は軽量鉄骨下地に発泡ウレタン200mm吹き、床はＦＰ板100mm

○　内部仕上げはアルミサイディング貼り

○　コスト：２，５７２千円

＜標準仕様＞

①　雪室躯体は鉄筋コンクリート構造とし、壁面および天井面の内側に断熱材としてＦＰ板Ｂ類３種 200 mmを貼り付け、床面はコンクリートの下部にＦＰ板Ｂ類１種 100 mmを敷設する。図３－５を参照

②　壁面および天井面の内部仕上げは亜鉛鉄板 0.4 mmを貼る。なお、床面はコンクリート金ゴテ仕上げとする。

③　コスト：１，３７３千円

※ 現場発泡ウレタンによる断熱は、水を発泡剤として使うため（代替フロンは今後使えない）現場での厚吹きは困難である。

※ コスト面、資材の入手しやすさ、工期短縮の観点から、ＦＰ板による断熱が望ましい。

※ 雪の荷重なども考慮し、地耐力に応じた構造とする。

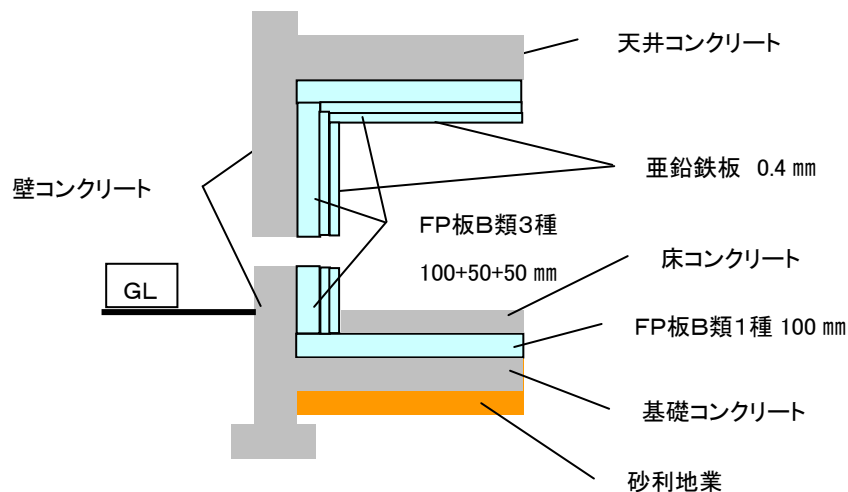



図３－５　雪室断面図

※　防熱工事施工手順

① 壁・天井の躯体部のコンクリート打設時に、ＦＰ板 100 ㎜を同時に隙間なく打ち込む。

② コンクリート型枠を取外した後、コンクリート躯体を穿孔し清掃後、グリップアンカーを打込み寸切ボルトをねじ込む。

③ 一層目の同時打設したＦＰ板に二層目のＦＰ板 50 ㎜を隙間なく接着剤で接着する。ただし、目地は重なり合わないようにすることと有機溶剤は使用しない。

④ 三層目のＦＰ板も二層目と同じく接着材で接着する。その時、板幅の間隔毎に木材 50×40 を間に挟み、亜鉛鉄板を貼る木材下地を全ネジ寸切ボルト(SUS)に取付けナットで締めて固定する。

⑤ 木材下地に表面仕上げの亜鉛鉄板 0.4 ㎜を笠釘で貼り付ける。

⑥ 床面は基礎コンクリート上部にＦＰ板 100 ㎜を敷設し、その上にφ6 ㎜×@150 ㎜の鉄網を配筋し床コンクリートを打設する。

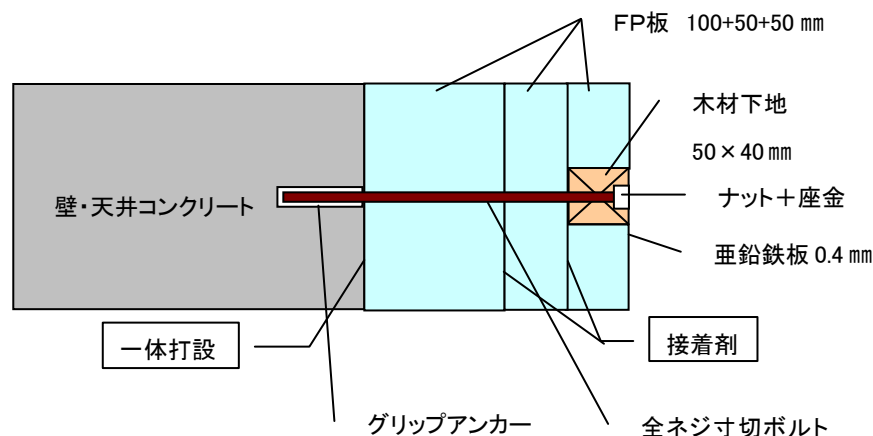



図３－６　防熱施工詳細図

<オプション>

◇　必要な冷房需要が標準仕様より少なければ、雪室を小さくするか、断熱性能を落とすことで、コスト削減が可能。

3.2.3　雪室の内寸と貯雪量

＜モデル住宅の現状＞

○　W5.50m×L4.86m×H3.05m＝V81.5m^3（実測）

○　充てん率を0.8、雪密度を0.5トン/m^3で計算し、貯雪量32.6トンとしていたが、実際の給雪作業は充てん率0.95程度で行っており、雪密度も0.55トン/m^3程度だったと考えられる。従って、貯雪量は42.6トン程度あったと考えられる

＜標準仕様＞

① W5.98m×L4.85m×H2.20m＝V63.8m^3（図３－１、３－４参照）

② 充てん率を0.9、雪密度を0.55トン/m^3とし、貯雪量31.6トンとする

③ 雪室侵入熱量の相当雪量　9.9トン　表３－５を参照

※ 住宅では雪室の容量確保が制限されること、丁寧な給雪が可能であることから、充てん率を0.9とした

※ モデル住宅の現状から、雪密度を0.55トン/m^3とした

※ 雪室には四方の壁、床、天井から常に熱が侵入してきて雪が消えていく。例えば４月は、各壁から0.1トン、天井から0.2トン、床面から0.4トンの雪の潜熱に相当する熱が侵入してきて、合計1トンの雪が消える。

※ 何もしなくても１シーズンで約10トンの雪が消えてしまうことになり、有効に使える雪は貯雪量の３分の２程度となる

表３－５　雪室侵入熱の相当雪量

		北壁	南壁	東壁	西壁	天井	床面	月計 [ton]	累計 [ton]	貯雪容積 [m^3]
日射影響		無	無	有	有	無	無			
熱通過率		0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.18			
相当雪量 [ton]	4月	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	1.0	1.0	
	5月	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	1.3	2.3	
	6月	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.4	1.9	4.2	
	7月	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.4	2.0	6.2	
	8月	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.4	2.0	8.2	
	9月	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.4	1.7	9.9	18.0

規模　W ： 5.98 [m]（内寸）　L ： 4.85 [m]（内寸）　H ： 2.20 [m]（内寸）　V ： 63.8 [m^3]

（　充填率：90%、雪密度：0.55ton/m^3とすると　31.6 [ton]となる。）

断熱構造 ： 壁はFP板（B類3種）　t ： 200 [mm]

： 天井はFP板（B類3種）　t ： 200 [mm]

： 床はFP板（B類1種）　t ： 100 [mm]

熱通過率 ： K [kcal/m^2hr℃]　面積、時間、温度あたりどれだけ熱が侵入してくるかを示す係数で壁体を構成する材料に左右される

気象条件 ： アメダス十日町の月平均気温を使用

室内温度 ： 3 [℃]

相当雪量 ： 熱通過率×侵入面積×時間（月当り）×外気との温度差（月平均気温－室内温度）

3.2.4　床仕上げと融雪水処理

＜モデル住宅の現状＞

○　床はコンクリート金ゴテ仕上げ

○　排水専用のピットを設置し、冷気吸い込みは別途ＶＵ管を設置

○　土地の傾斜を利用して崖下に自然流下させているが、それが可能な敷地は少ない

○　コスト：３９千円

＜標準仕様＞

① モデル住宅と同じ、床はコンクリート金ゴテ仕上げ

② 雪消え後のメンテナンスと融雪水排水を考慮して、冷気吸い込みと排水を兼ねた幅 240㎜ のピットを壁に平行に設置し、グレーチングをかぶせる。

③ ピットの勾配は、冷気の流れと排水の流れが逆になるようにとる。

④ 融雪水の排出は、公共排水溝に自然流下（勾配がとれない場合は浸透マス）させる。

⑤ 図３－１を参照

⑥ コスト：８７千円

※　φ250㎜ の冷気吸い込みメインダクトが雪室内に入ってくる位置とピットの位置がずれているので、ピットを Ｌ 字に曲げる（図３－１）か、メインダクトをピットの端まで持っていくなどして調整する。

※　メインダクトの断面積とピットの断面積が極端に違わないよう、ピットの深さに留意する（ピットが浅くなりすぎないようにする)。

※　冷気吸い込み（給気）と部屋からの戻り空気（還気）が雪室内でショートカットしないように、冷気吸い込みのメインダクトとピットの接続部分に工夫が必要。また、この工夫については、設計・施工実績のあるところに相談することが望ましい。

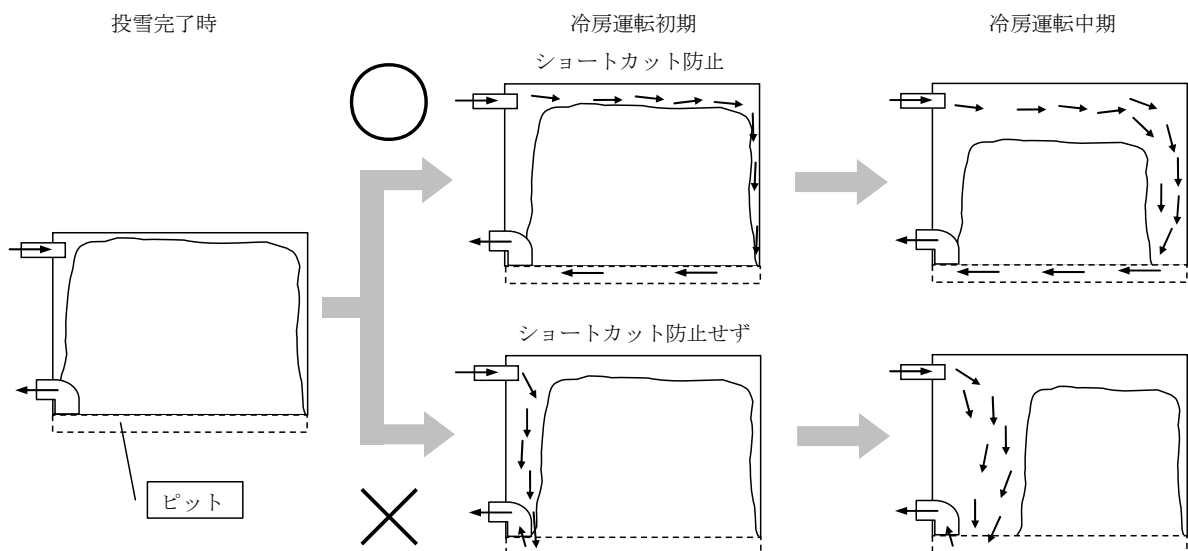



図３－７　雪室内での空気の流れ

3.2.5　扉

＜モデル住宅の現状＞

○　投雪口扉は、両開きの冷凍庫用断熱扉

○　低温室入口は、片開きの冷凍庫用断熱扉

○　コスト：８１８千円

＜標準仕様＞

① 投雪口は、ＦＰ板と亜鉛鉄板で、はめ込み扉を現場制作

② 図３－８を参照

③ 貯蔵室入口は、モデル住宅と同じく片開きの冷凍庫用断熱扉とし、さらに引き戸で二重扉とするなど利便性とドア周りの断熱に留意する

④ コスト：４３２千円

※　投雪口の扉は、断熱性や気密性の高いものが要求されるが、ここで示すケンドン式は、開口部の大きさに合わせて自作する扉である。なお、ケンドン式とは、投雪口の左右の壁に溝を作り、扉が取り外せるようになる扉である。

①　扉の製作

扉の芯材となるＦＰ板をタルキで枠組みし亜鉛鉄板で被覆する。床面から数段重ねで天井面に接するようにする。なお、扉の下面にはゴム製のパッキンを取り付ける。

②　三方枠の取り付け

左右の内壁と天井に受けとなる木材を取り付け、同時に開口部の木口にも取り付ける。なお、枠面にもゴム製のパッキンを取り付ける。

③　締付け

開口部の木受けと扉を木クサビで締め付け固定する。

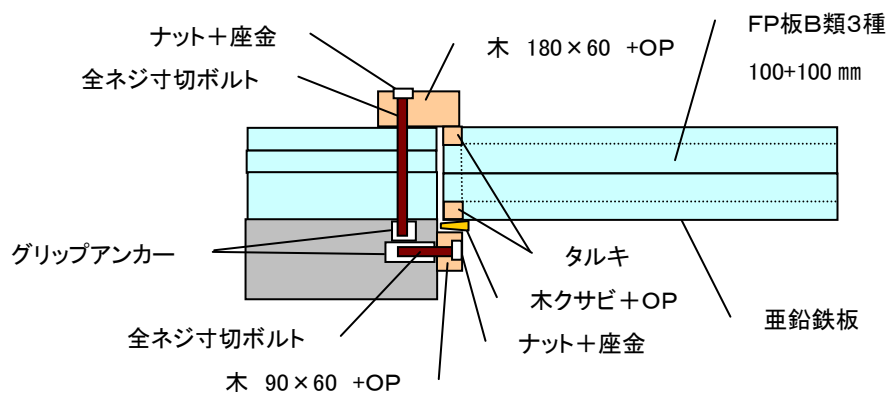



図３－８　投雪口（ケンドン式）参考図

3.2.6　送風機とその制御

＜モデル住宅の現状＞

○　全室、60W ダクト径 150mm の強弱切り替え付きのファンを、給気と還気で一つずつ設置

○　手動スイッチ又は温度センサー制御でオンオフ。他に強弱の手動切り替え。

○　コスト：２０６千円

＜標準仕様＞

①　ＤＫ10 畳、和室 6 畳、和室 8 畳の冷房需要に合わせ、以下のとおりオンオフ機能のみ（強弱なし）のファンを、給気と還気で一つずつ設置

- **ＤＫ10 畳：25W　ダクト径 200mm**
- **和室 6 畳：12W　ダクト径 150mm**
- **和室 8 畳：25W　ダクト径 150mm**

②　送風機発生熱相当雪量　計　0.54 トン　表３－６を参照

③　手動スイッチ又は温度センサー制御でオンオフ

④　コスト：１７４千円

表３－６　動力発生熱量の相当雪量

冷房対象	冷房能力	必要送風量	送風機	台数	ダクト径	摩擦損失	発生熱量	相当雪量	貯雪容積
[室名]	[kcal/hr]	[m³/hr]	[kW]	[台]	[cm]	[mmAq/m]	[kcal]	[ton]	[m³]
ﾀﾞｲﾆﾝｸﾞｷｯﾁﾝ	1,322	501	0.025	2	20		25,800	0.32	0.59
和室6畳	595	225	0.012	2	15		4,128	0.05	0.09
和室8畳	793	300	0.025	2	15		12,900	0.16	0.29
計				6			42,828	0.54	0.97

※ 空気密度　：　1.2　[kg/m³]

※ 空気比熱　：　0.24　[kcal/kg℃]

※ 温度差　：　11　[℃]　（還気：26℃　給気：15℃）実証試験結果より

※ ダクト長　：　30　[m]　（直管換算）

※ 電力熱量　：　860　[kcal/kW]

3.2.7　送風回路

＜モデル住宅の現状＞

○　給気ファンおよび還気ファンによる平衡通風

○　給気と還気について、それぞれメイン配管(バイパス付き)、ヘッダー、部屋ごとの配管を設置　図３－９を参照

○　部屋ごとの給気口が奥にあり、給気配管が長く還気配管が短い

○　実証試験のため外気の取り入れ口を設置

＜標準仕様＞

①　モデル住宅と同じ送風回路とする。ただし、部屋ごとの給気口と還気口の位置を逆にし、給気配管を短くする

②　雪冷房システムとしては外気を取り入れない（24 時間換気については、熱交換型換気を推奨）

※　雪冷房システムに外気を取り入れることで、除じん効果や匂いを減ずる効果が多少向上するものの、あえて取り入れるほどではない。

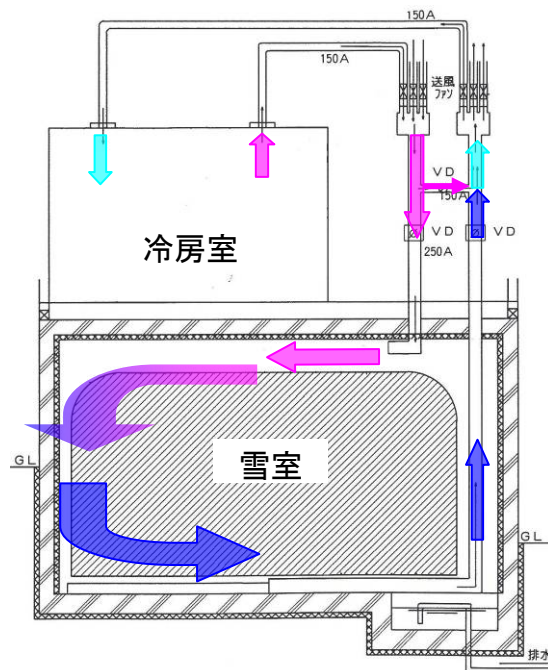



図３－９　モデル住宅送風回路

＜オプション＞

◇　部屋のレイアウト次第であるが、部屋ごとの給気口、還気口の位置は天井以外もあり得る。地袋等を利用して壁に設置できるのであれば、個別ダクトのコスト削減につながる。

3.2.8　送風管

＜モデル住宅の現状＞

○　メイン配管 φ250mm、バイパスφ150mm、個別配管φ150mm、ダンパ現場制作

○　個別配管は、給気も還気も断熱仕様としたが、還気については必要無かった

○　給気管はグラスウールを巻き、断熱を強化

○　コスト：１，１９８千円

＜標準仕様＞

① メイン配管とバイパスは同径（φ250mm)、個別配管はファンと同径（φ150mm又はφ200mm)、ダンパは既製品を使用

② 個別の給気管は断熱仕様、還気管はアルミフレキとし、それぞれに逆流防止弁をつける

③ 給気管は必要に応じてグラスウール等で断熱を強化

④ コスト：７８０千円

3.2.9　機械室とダクトスペース

＜モデル住宅の現状＞

○　機械室を屋根裏に設置したが、夏期に高温となることから避けるべき

○　雪室の真上にダクトスペースをとり、屋根裏の機械室に給気と還気のメイン配管を回しているが、そのことで分岐後の個別配管も含め、全体的に配管長が長くなっている。

＜標準仕様＞

① 機械室は高床内の貯蔵室手前の前室に確保し、メイン配管、給気及び還気のヘッダー、送風ファンは全て機械室に収める　図３－１、３－１０を参照

② 機械室の真上にダクトスペースをとり、個別の給気管と還気管のみを通す

③ ファンは熱を持つので、給気のファンは断熱せずに、ファンの外側で結露させる

④ 結露した水の排水を考慮する

※ 機械室は狭いスペースに押し込まず、なるべくスペースを確保することで、メンテナンスの手間を軽減させる。

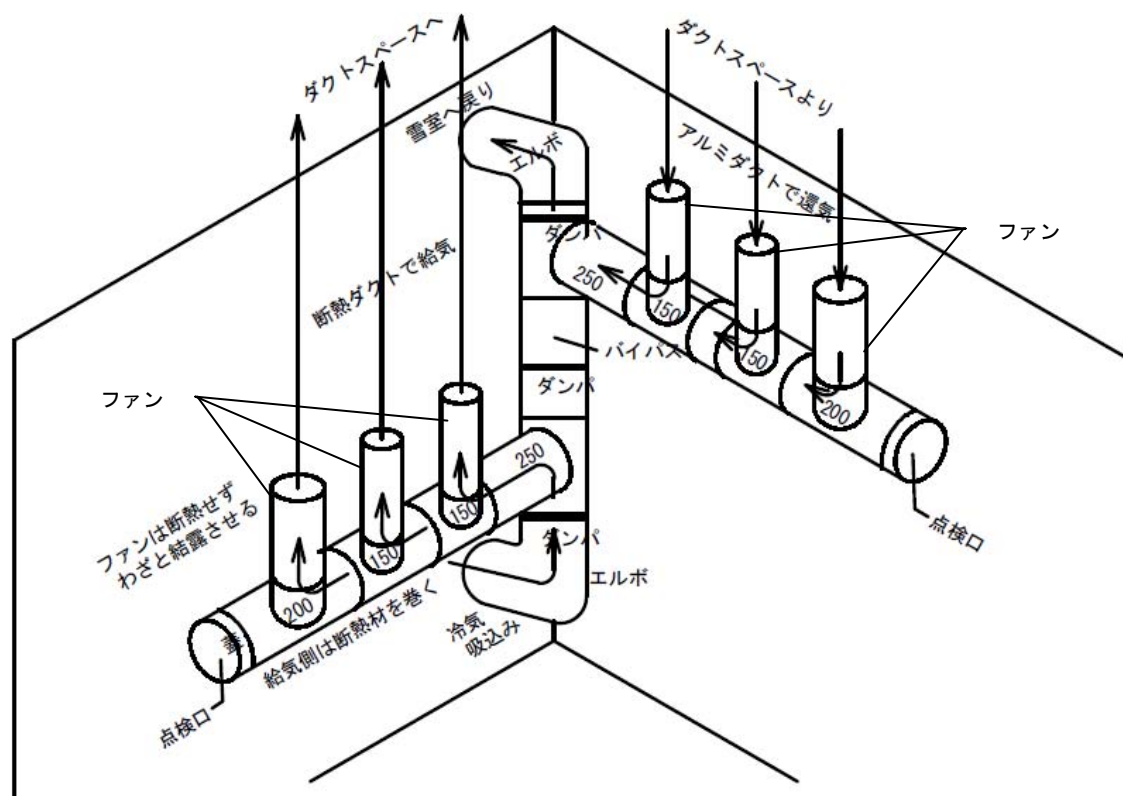



図３－１０　機械室内配管施工例

3.3　住みこなすためのアイデア

雪を上手に利用し、住宅を住みこなすためのアイデアを施主様とともに考えていくことが、雪のある生活を楽しむことにつながります。

＜標準仕様＞

①　日の当たる窓ガラスの外側に日除けを設置する

②　屋外に吹くそよ風を室内に取り込んで通風に利用する

※「２．雪を利用する住宅建設にあたって」に記載したとおり、日除けは窓ガラスの外側に設置することが重要

※ 日除けは「すだれ」の設置がもっとも簡便だが、アサガオ、フウセンカズラ、ゴーヤーなどの植物を使うのも一案

※ 締め切った状態で暑くなった部屋では、一度窓を開けて通風することで、冷房の負荷を小さくすることが重要

＜オプション＞

◇　標準仕様では融雪水の利用についてふれていないが、雨水の利用とあわせて融雪水の有効利用を考える

- 中水利用
- 打ち水利用

～雪室のある生活を楽しむ～

平成 21 年 2 月に、モデル住宅の雪室を核にして、省エネをしながら雪室のある生活を楽しむという地域の取り組みが、環境省主催の「ストップ温暖化『一村一品』大作戦　全国大会 2009」において金賞（全国 2 位）を獲得しています（受賞団体：雪国住宅研究会、図３－１１参照）。雪国ならではのユニークな取り組みとして評価されたのではないかと考えています。

http://www.jccca.org/daisakusen/

図３－１１　雪室を核にした地域の取り組みの例

４．メンテナンス

雪室と雪冷房設備はシーズン前後に毎年メンテナンスが必要になります。また、施主様に対するわかりやすい取扱説明書を提示する必要があります。

メンテナンスに関する事項を以下に示すとともに、モデル住宅の場合の取扱説明書を例として示します。

4.1 シーズンが始まる前までの作業

4.1.1　雪室床面に関する作業

12 月の雪が降り出す頃までに、雪室床面については、いつでも雪を投入できるようにしておく必要があります。

モデル住宅の場合、冷気吸い込みに塩ビ管を使っていることと、配置に関して試行錯誤を重ねたことから、作業が複雑になっています。

標準仕様の場合は、床のピットと冷気吸い込み口の周りで、給気と還気のショートカットを防ぐための工夫が必要なため、取扱説明書では、その部分を丁寧に説明する必要があるでしょう。

4.1.2　雪室への雪の投入

寒い時期（2 月中まで）は、雪室を雪捨て場代わりにして、投入口がふさがらない程度にこまめに投入した方がいいでしょう。

暖かくなり始めたら（3 月初旬)、暖かい日の日中を選んで、除雪機を使って雪室いっぱいに雪を投入します。

ただし近年は暖冬少雪傾向なので、その年の雪の降り方によっては、寒い時期から降った分だけ入れた方が良い場合もあるでしょう。

取扱説明書には、除雪機の能力や作業時間の目安なども記載すると良いでしょう。

4.1.3　試運転

シーズン直前に一度、試運転をする必要があります。その際、臭いが出る場合もあるので、換気をしながら行うと良いでしょう。

試運転の手順をわかりやすく取扱説明書に記載する必要があります。

4.2　シーズン中の注意事項

4.2.1　冷房運転について

推奨する運転方法がある場合は、それを取扱説明書に記載します。

また、ダンパについては、冷房運転中に施主様が操作しないもの(給気と還気)と操作するもの(バイパス)が明確にわかるよう、札などをかけておくと良いでしょう。

4.2.2　ダンパの調節

冷房運転中は、バイパスのダンパを少し開いて給気の温度が下がりすぎないように調節する必要があります。

シーズン後半になると、冷房の効率が落ちてくる場合があるので、その場合はダンパの開度を小さくすることで調節します。

4.3　シーズン終了時の作業

4.3.1　ダクト内部の結露防止

冷房運転を終了したら、ダンパを全て閉じます(給気、還気、バイパス)。そして、機械室の給気ヘッダーと還気ヘッダーのフタを外し、雪室の掃除・乾燥後、雪室内の冷気吸い込み口と還気の吹き出し口にフタをします。

この作業をしないと、冬にダクト内が結露してしまうので注意が必要です。

4.3.2　雪室の掃除

雪が消えたら雪室の掃除を行います。

水を使って床、壁、天井の汚れを落とし、しばらく扉を開けたまま雪室内を乾かし、その後、冷気吸い込み口と還気の吹き出し口にフタをし、扉を閉めます。

＜モデル住宅の取扱説明書の例（おもて）＞

施主様へ

１．シーズンが始まる前までの作業

1.1　冷気吸い込みのための塩ビ管と塩ビ半割管をセット

★　雪が積もる前までに雪投入口の扉を開ける

★　床につけたガムテープの印(雪室中央)に塩ビ管の先端（斜めにカットされているので、向きに注意）がくるように接続（写真①）

★　半割管の一方の端を塩ビ管と重ね(写真②)、もう一方の端を雪室のコーナにぴったりはまるように置く(写真③)

★　完成すると写真④のようになる

※　塩ビ管の向きや先端の位置が違っているとうまく置けないので注意

※　還気の戻り口のふたは、この時点ではまだ取らなくてもよい

①

②

③

④

1.2　雪室への雪の投入

★　屋根先まで積もってから投入するのは労力がかかるので、積もった雪が少量のうちに、こまめに投入しておく

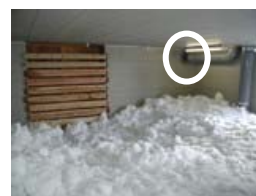
★　量が多い場合は、除雪機により投入する（スコップ等で雪を隙間なく詰めながら進める。その場合、作業は３月以降の暖かい日の日中に行うのが望ましい

★　除雪機の能力から、５～６時間ほどの作業時間になると思われる

★　還気の戻り口のふたは、雪で覆われる前に外しておく(写真⑤)

★　雪投入が終了したら、断熱扉を閉じておく

⑤

⑥　⑦

1.3　シーズン直前の試運転

★　機械室の外しておいた給気ヘッダーのふた(写真⑥)と還気ヘッダーのふたを取り付ける(写真⑦)

★　全てのダンパを全開とする（給気、還気、バイパス）(写真⑧)

★　試運転を開始

★　途中でバイパスのダンパのみ閉じる

★　しばらく試運転しても問題がなければ、バイパスのダンパ開度を調節して試運転を終了する

⑧

＜モデル住宅の取扱説明書の例（うら）＞

２．シーズン中の注意事項

2.1　運転の仕方

★　省エネ運転（推奨）は、風量スイッチを「弱」、温度調節機の運転スイッチを「自動」、温度設定を３０℃とする（実際は設定より冷える）

★　すぐに冷やしたい場合は、風量スイッチを「強」、温度調節機の運転スイッチを「連続」とし、部屋がある程度涼しくなってきたら、「連続」から「自動」に変え、温度設定に応じた運転とする

※　温度調節用つまみは５℃間隔で調節、風量スイッチは「強」「弱」の２段階に切り替え

2.2　ダンパの調節

★　バイパス（雪室からの給気と空調室からの還気を混合）のダンパは運転時期に応じて調節する

★　シーズンの始めはダンパをある程度開いておき、シーズン中は徐々に閉じていくようにする

３．シーズン終了時の作業

3.1　ダクト内部の結露防止

★　ダンパを全て閉じる（給気、還気、バイパス）

★　機械室の給気ヘッダーのふたと還気ヘッダーふたをはずす

3.2　雪室掃除

★　冷気吸い込みのための塩ビ管と塩ビ半割管を外す

★　床を掃き、泥、ごみ、枯れ草木などを取る

★　天井の結露を取る

★　壁、床、天井、冷気吸い込みのための塩ビ管、塩ビ半割管、排水ピットなどを洗い、汚れを落とす

★　断熱扉を開けたままにして、雪室内を乾かす

★　冷気吸い込み口と還気の戻り口が乾いたら、ふたをする

★　雪室内全体が乾いたら、断熱扉を閉じる

５　おわりに

このガイドラインをまとめるにあたり、平成 20 年度に組織した「新潟県雪冷熱エネルギー住宅普及検討委員会」の委員の皆様には、２回の委員会で貴重な意見をいただいたほか、作業部会等での詳細な検討など、多大なご協力をいただきました。あらためて感謝申し上げます。

＜新潟県雪冷熱エネルギー住宅普及検討委員会委員＞
室蘭工業大学　教授 媚山　政良　氏
武蔵工業大学（東京都市大学）教授 宿谷　昌則　氏
長岡技術科学大学　准教授 上村　靖司　氏　（委員長）
ＮＰＯ法人　利雪技術協会　理事長　川本　周朗　氏
財団法人　雪だるま財団　ﾁｰﾌｽﾉｰﾏﾝ 伊藤　親臣　氏
有限会社　アクトホーム　代表取締役　広井　年郎　氏

このガイドラインは、雪を利用する住宅を建設する際のノウハウ（工法、コスト等）を形にしたものであり、実証試験の結果とともに、県が進めてきた雪冷熱エネルギー導入のための事業の大きな成果と考えています。

そして、もう一つこの事業の大きな成果と考えているのが、モデル住宅の施主様が雪を利用する生活を楽しんでおられるということです。

爽やかな雪冷房も好評ですが、雪室に隣接する低温室も重宝しているとのことです。ご近所から野菜の貯蔵を引き受けたりしているそうですし、夏には、施工した工務店やご近所の方々と一緒に、雪中貯蔵したお酒やそばの実で「そば打ち」のイベントも開いており、前にも増してコミュニケーションが活発になったとのことです。

豪雪地では、雪は生活の妨げであり、除雪はやらざるを得ない難儀なものととらえがちです。しかし、雪を貴重なエネルギーととらえれば、除雪は雪冷房のための準備となり、雪の利用は雪国でのみ可能な、豊かな生活を可能にする宝となります。

ぜひ、工務店の皆様から施主様に雪を利用する住宅を提案していただき、このガイドラインを活用して、多くの「雪冷熱エネルギー住宅」が建設されることを願ってやみません。

＜問い合わせ先＞
新潟県　産業労働観光部　産業振興課　新エネルギー資源開発係
電話 025-280-5257(直)　FAX 025-280-5508
E-mail: ngt050030@pref.niigata.lg.jp